

/

<http://www19.ipdl.jpo.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAArBaGtZDA401179115P1...> 2003/09/25

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2707569号

(45) 発行日 平成10年(1998) 1 月28日

(24) 登録日 平成 9 年(1997)10月17日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 7/34			G 0 2 B 7/11	C
	7/28			N
G 0 3 B 13/36			G 0 3 B 3/00	A

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願昭63-2250

(22) 出願日 昭和63年(1988) 1 月 8 日

(65) 公開番号 特開平1-179115

(43) 公開日 平成 1 年(1989) 7 月17日

(73) 特許権者 999999999

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 内山 重之

東京都品川区西大井 1 丁目 6 番 3 号 日

本光学工業株式会社大井製作所内

(72) 発明者 畠川 健

東京都品川区西大井 1 丁目 6 番 3 号 日

本光学工業株式会社大井製作所内

(74) 代理人 弁理士 永井 冬紀

審査官 横林 秀治郎

(56) 参考文献 特開 昭61-243416 (J P, A)

特開 昭61-147210 (J P, A)

特開 昭62-25716 (J P, A)

特開 昭63-13009 (J P, A)

(54) 【発明の名称】 焦点検出装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体に対する対物レンズの焦点調節状態又は物体までの距離に応じて相対位置が変化するように互いに相関をもつ第1, 第2の光像を作成する光学手段と、前記第1, 第2の光像の光分布をそれぞれ検出する第1, 第2の光分布検出手段と、

前記第1の光分布検出手段の出力パターンに対する前記第2の光分布検出手段の出力パターンの相対的位置を所定量ずつ順次シフトし、それぞれのシフト量での両出力パターンの相関量を求める相関量演算手段と、該相関量演算手段によって得られる複数の離散的な相関量のうち、極値となる第1の相関量を与えるシフト量に基づいて前記焦点調節状態又は前記物体までの距離に関する演算を行う焦点検出演算手段とを具備した焦点検出装置において、

2

前記第1の相関量と、該第1の相関量を与えるシフト量の前後に位置する2つの相関量のうち相対的に大きい第2の相関量と、前記2つの相関量のうち相対的に小さい第3の相関量と、該第3の相関量を与えるシフト量の前後のシフト量のうち、前記第1の相関量を与えるシフト量とは反対側のシフト量における第4の相関量とに基づいて前記第1の相関量を与えるシフト量の前後における相関量の変化の対称性が所定の許容範囲か否かを判定する判定手段を備えたことを特徴とする焦点検出装置。

10 【請求項 2】 特許請求の範囲第 1 項に記載の焦点検出装置において、

前記判定手段は、前記第2の相関量と前記第1の相関量との差の $1/q$ ($5 > q > 1$, q は前記極値に対する相関量の対称性を判定するための基準値) を第1判定レベルとし、前記第3の相関量と前記第1の相関量との差が前記

第1判定レベルより大きいかどうかを判別する第1の判別と、前記第2の相関量と前記第1の相関量との差の $1/p$ ($p \leq q$, p は前記極値に対する相関量の対称性を判定するための基準値)を第2判定レベルとし、前記第4の相関量と前記第1の相関量との差が前記第2判定レベルより大きいかどうかを判別する第2の判別とを行い、前記第1の判別と前記第2の判別とのいずれか一方が肯定されたときに前記焦点検出演算手段を動作させることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項3】特許請求の範囲第2項に記載の焦点検出装置において、前記 q が2の近傍に設定されていることを特徴とする焦点検出装置。

【請求項4】特許請求の範囲第1項に記載の焦点検出装置において、前記焦点検出演算手段は、前記第1の相関量を含む複数の相関量を内挿処理することにより、該内挿処理より得られた新たな極値とこれを与えるシフト量とを算出し、前記新たな極値を与えるシフト量を用いて前記焦点検出状態又は前記物体までの距離に関する演算を行うことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項5】物体に対する対物レンズの焦点調節状態又は物体までの距離に応じて相対位置が変化するように互いに相関をもつ第1,第2の光像を作成する光学手段と、前記第1,第2の光像の光分布をそれぞれ検出する第1,第2の光分布検出手段と、前記第1の光分布検出手段の出力パターンに対する前記第2の光分布検出手段の出力パターンの相対的位置を所定量ずつ順次シフトし、それぞれのシフト量での両出力パターンの相関量を求める相関量演算手段と、該相関量演算手段によって得られる複数の離散的な相関量のうち、極値となる第1の相関量を与えるシフト量に基づいて前記焦点調節状態又は前記物体までの距離に関する演算を行う焦点検出演算手段とを具備した焦点検出装置において、前記第1の相関量と該第1の相関量を与えるシフト量の前後に位置する2つの相関量のうち相対的に大きい第2の相関量との差の $1/q$ ($5 > q > 1$, q は前記極値に対する相関量の対称性を判定するための基準値)を第1判定レベルとし、前記2つの相関量のうち相対的に小さい第3の相関量と前記第1の相関量との差と、前記第1判定レベルとに基づいて前記第1の相関量を与えるシフト量の前後における相関量の変化の対称性が所定の許容範囲か否かを判定する判定手段を備えたことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項6】物体に対する対物レンズの焦点調節状態又は物体までの距離に応じて相対位置が変化するように互いに相関をもつ第1,第2の光像を作成する光学手段と、前記第1,第2の光像の光分布をそれぞれ検出する第1,第2の光分布検出手段と、

前記第1の光分布検出手段の出力パターンに対する前記第2の光分布検出手段の出力パターンの相対的位置を所定量ずつ順次シフトし、それぞれのシフト量での両出力パターンの相関量を求める相関量演算手段と、該相関量演算手段によって得られる複数の離散的な相関量のうち、極値となる第1の相関量を与えるシフト量に基づいて前記焦点調節状態又は前記物体までの距離に関する演算を行う焦点検出演算手段とを具備した焦点検出装置において、

前記第1の相関量の前後における相関量の変化の対称性が所定の許容範囲か否かを判定する判定手段を備えたことを特徴とする焦点検出装置。

【発明の詳細な説明】

A. 産業上の利用分野

本発明は、物体に対する対物レンズの焦点調節状態あるいは物体までの距離に応じて相対位置が変化するように、互いに相関をもつ第1および第2の光像を形成し、それら第1および第2の光像の光分布に基づいて対物レンズの焦点調節状態等を検出するようにした焦点検出装置に関する。

B. 従来の技術

この種の検出装置においては、次のようにして光像の相対位置を求めている。

①第1および第2の光像の光分布をそれぞれ例えば一対のCCDラインセンサで検出し、一方のCCDラインセンサの出力パターンに対して他方のCCDラインセンサの出力パターンを所定量だけ順次シフトさせる。

②各シフト位置での両出力パターンの相関量を計算する。

③得られた各相関量のなかから最大相関を示すものを取り出す。

④最大相関を示す最大相関シフトを求めて基準シフト位置から最大相関シフト位置までのシフト数を求め、このシフト数に基づいて対物レンズの焦点調節状態を検出する。

このようにして行う焦点検出の信頼性は、求めた最大相関が信頼できる値をもつか否かに大きく依存している。例えば物体の輝度が低く、ノイズの重畳により一対のCCDラインセンサの出力に高周波成分が顕著に現われる場合には、最大相関シフト位置における相関量がふらつくので、そのなかから最大相関となる相関量を求めてもそれが真に第1および第2の光像の最大相関を示していないことがある。この場合、最大相関の判定結果に誤りが生じ、本来信頼すべきではないずれ量の検出結果に基づき誤った焦点検出や測距が行われる。

そこでこのような問題を解決するため、特開昭62-25716号公報には次のような焦点検出演算を行う装置が開示されている。

①例えば一対のCCDラインセンサの出力パターンの相関が最大となる最大相関シフト位置を求める。

②その最大シフト位置の1つ隣のシフト位置での第1の相関量と、さらに1つ隣のシフト位置での第2の相関量を求める。

③上記第1の相関量が第2の相関量よりも大きい場合を判定する。第1の相関量>第2の相関量の場合、最大相関シフト位置から相関量が単調増加していないことを意味し、相関量が最大相関シフト位置付近でふらついている。したがって、この場合には最大相関に信頼がないとして、最大相関シフト位置に基づく焦点検出演算を中止する。

C. 発明が解決しようとする問題点

このような相関量の信頼性判定演算によれば、ノイズや高周波成分に起因して相関量がふらつく場合には、誤った焦点検出や誤測距を防止できる。しかしながら、光像の出力パターンが一对のCCDラインセンサの中央部に

$$C(L) = \frac{1}{5} \sum_{i=-5}^5 |B_i - A_{i+L}| \quad \dots (1)$$

で求める。Lを-5から5まで順次シフトさせて10個の相関量C(-5) ~ C(5)を求める。

(イ)、(ロ)の条件下で、第9図(a)に示すようなパルス状の光像パターンがA列、B列のラインセンサの各々の中央部に形成され、A列およびB列の各ラインセンサには、それぞれ第10、第11の画素に25、25の出力が生じる場合、A列、B列で同じ画素に光像パターンが形成されているので合焦状態であり、シフト量L=0での相関量C(0)が最大相関を示す(C(0)の値が最小となる)。実際に(1)式に基づいて相関演算を行うと、第9図(c)に示すとおり、シフト量0が最大相関シフト量となっており、シフト量0を中心にして相関量が対称になっているのが判る。

ここで、前述の特開昭62-25716号公報に示されている手法により最大相関の信頼性を判定すると、最大相関が得られるシフト量L=0の前後にそれぞれ隣接するシフト量L=-2,-1,1,2の相関量C(1)とC(2)、C(-1)とC(-2)の大小関係は、

$$C(1) < C(2), C(-1) < C(-2)$$

となり、この最大相関は信頼ありと判断され、最大相関シフト量L=0に基づき焦点検出演算が行われ、例えば正しい測距が行われる。

しかし、上記(イ)、(ロ)の条件下で上述の場合と全く同じパルス状の光像パターンが、第10図(a)に示すようにA列、B列のラインセンサの各々の端部に形成され、第10図(b)に示すように光像パターンの出力としてA列およびB列の第18、第19の画素に25、25の出力が生じる場合には、第10図(c)に示すように最大相関シフト量が2となり相関量の対称性も著しく崩れる。この結果、最大相関シフト量に基づいて焦点検出演算を行うと誤った焦点検出や誤測距を起こす。しかし、前述の特開昭62-25716号公報に開示されている判定法に従い、最

なく端部のみに形成され、最大相関シフト位置近傍を中心とした相関量の対称性が著しく崩れるような場合には、誤った焦点検出や誤測距が防止できない。

これを次のように設定した条件について説明する。

(イ)例えば、それぞれ20個の画素から成るA列、B列のCCDラインセンサに光像を結像させるときに、第9図(b)および第10図(b)に示すように、A列の第3、第4、第5、第6、第7の画素にはノイズ等により固定パターンとして1,2,2,2,1の出力パターンが存在し、B列の第3、第4、第5の画素には1,1,2の固定パターンの出力が存在する。

(ロ)ラインセンサB列の中央部の10個の画素に対してラインセンサA列をLだけシフトした時の相関量C(L)を、

大相関シフト量L=2の前後にそれぞれ隣接するシフト量での相関量、つまりC(1)とC(0)、C(3)とC(4)を比較すると、

$$C(1) < C(0) \text{ かつ } C(3) < C(4)$$

となり、この最大相関は信頼ありと判断されて、最大相関シフト量L=2に基づく焦点検出演算が行われ誤った焦点検出や誤測距を起こす。この場合もノイズが必ず重畳され、このような誤測距を起こすノイズの組合せは無限個近く存在するので、誤った焦点位置の検出、あるいは、誤測距の可能性は非常に大きい。

本発明の目的は、2列に並設されるラインセンサなどのような第1、第2の光分布検出手段の端部のみに光像が形成されるような場合にも誤った焦点検出や誤測距を起こすことのない焦点検出装置を提供することにある。

D. 問題点を解決するための手段

クレーム対応図である第1図により説明すると、本発明は、物体に対する対物レンズの焦点調節状態又は物体までの距離に応じて相対位置が変化するように互いに相関をもつ第1、第2の光像を作成する光学手段101と、第1、第2の光像の光分布をそれぞれ検出する第1、第2の光分布検出手段102A、102Bと、第1の光分布検出手段102Aの出力パターンに対する第2の光分布検出手段102Bの出力パターンの相対的位置を所定量ずつ順次シフトし、それぞれのシフト量での両出力パターンの相関量を求める相関量演算手段103と、該相関量演算手段103によって得られる複数の離散的な相関量のうち、極値となる第1の相関量を与えるシフト量に基づいて焦点調節状態又は物体までの距離に関する演算を行う焦点検出演算手段106とを具備した焦点検出装置に適用される。

そして上述の問題点は以下のようにして解決される。

特許請求の範囲第1項の発明では、前記第1の相関量と、該第1の相関量を与えるシフト量の前後に位置する

2つの相関量のうち相対的に大きい第2の相関量と、前記2つの相関量のうち相対的に小さい第3の相関量と、該第3の相関量を与えるシフト量の前後のシフト量のうち、前記第1の相関量を与えるシフト量とは反対側のシフト量における第4の相関量とに基づいて前記第1の相関量を与えるシフト量の前後における相関量の変化の対称性が所定の許容範囲か否かを判定する判定手段104を備える。

特許請求の範囲第2項に記載の焦点検出装置では、上記判定手段104は次のようにして焦点検出演算手段106を動作させる。前記第2の相関量と前記第1の相関量との差の $1/q$ ($5 > q > 1$, q は前記極値に対する相関量の対称性を判定するための基準値)を第1判定レベルとし、前記第3の相関量と前記第1の相関量との差が前記第1判定レベルより大きいかどうかを判別する第1の判別と、前記第2の相関量と前記第1の相関量との差の $1/p$ ($p \leq q$, p は前記極値に対する相関量の対称性を判定するための基準値)を第2判定レベルとし、前記第4の相関量と前記第1の相関量との差が前記第2判定レベルより大きいかどうかを判別する第2の判別を行い、前記第1の判別と前記第2の判別とのいずれか一方が肯定されたときに前記焦点検出演算手段106を動作させる。

特許請求の範囲第3項に記載の焦点検出装置のように、前記 q を2の近傍に設定するのが好ましい。

特許請求の範囲第4項に記載の焦点検出装置のように、前記焦点検出演算手段106は、前記第1の相関量を含む複数の相関量を内挿処理することにより、該内挿処理より得られた新たな極値とこれを与えるシフト量とを算出し、前記新たな極値を与えるシフト量を用いて前記焦点検出状態又は前記物体までの距離に関する演算を行うようにしてもよい。

特許請求の範囲第5項に記載に焦点検出装置は、特許請求の範囲第1項に記載の発明が適用される焦点検出装置において、第1の相関量と該第1の相関量を与えるシフト量の前後に位置する2つの相関量のうち相対的に大きい第2の相関量との差の $1/q$ ($5 > q > 1$, q は前記極値に対する相関量の対称性を判定するための基準値)を第1判定レベルとし、前記2つの相関量のうち相対的に小さい第3の相関量と前記第1の相関量との差と、前記第1判定レベルとに基づいて前記第1の相関量を与えるシフト量の前後における相関量の変化の対称性が所定の許容範囲か否かを判定する判定手段104を備えることにより、上述した問題点を解決する。

特許請求の範囲第6項に記載に焦点検出装置は、特許請求の範囲第1項に記載の発明が適用される焦点検出装置において、前記第1の相関量の前後における相関量の変化の対称性が所定の許容範囲か否かを判定する判定手段104を備えることにより、上述した問題点を解決する。

E.作用

相関量演算手段103は2つの光像に関する出力パターンの相対的な位置を順次シフトすることによって複数の離散的な相関量を得る。これにより離散的な相関量のうち極値(最大相関量に相当する場合及び最大相関量以外で極値となる場合の何れでもよい。本発明は何れの場合にも適用できる)となる第1の相関量が求められる。特許請求の範囲第1項記載の発明の判定手段104は、第1の相関量と、該第1の相関量を与えるシフト量の前後に位置する2つの相関量のうち相対的に大きい第2の相関量と、前記2つの相関量のうち相対的に小さい第3の相関量と、該第3の相関量を与えるシフト量の前後のシフト量のうち、前記第1の相関量を与えるシフト量とは反対側のシフト量における第4の相関量とに基づいて、前記第1の前後における相関量の変化の対称性が所定の許容範囲か否かを判定する。特許請求の範囲第2項の発明の判定手段104はその第1の相関量の前後に位置する2つの相関量のうち相対的に大きい第2の相関量と第1の相関量との差を求め、この差に基づいて第1の判定レベル(差の $1/q$)を設定する。そして判定手段は前記2つの相関量のうち相対的に小さい第3の相関量と第1の相関量との差が第1の判定レベルよりも大きいことを判別する(第1の判別)。この判別手段は上述した判別に代えて第2の相関量と第1の相関量との差の $1/p$ ($p \leq q$)を第2の判別レベルとして設定し、第3の相関量を与えるシフト量のさらに1つの外側のシフト量における第4の相関量と第1の相関量との差が第2の判定レベルよりも大きいことを判別してもよい(第2の判別)。そして第1或いは第2の判別がなされると、判定手段104は肯定判定出力を発する。焦点検出演算手段106は肯定判定出力を受けて動作する。これにより第1の相関量の近傍を中心とした相関量の対称性が著しく崩れている時には焦点検出手段106は動作しないので、誤った焦点検出や誤測距、或いは無駄な焦点検出動作等を防止することができる。

特許請求の範囲第5項に記載に焦点検出装置の判定手段104は、第1の相関量と該第1の相関量を与えるシフト量の前後に位置する2つの相関量のうち相対的に大きい第2の相関量との差の $1/q$ ($5 > q > 1$)を第1判定レベルとし、前記2つの相関量のうち相対的に小さい第3の相関量と前記第1の相関量との差と、前記第1判定レベルとに基づいて前記第1の前後における相関量の変化の対称性が所定の許容範囲か否かを判定する。

特許請求の範囲第6項に記載に焦点検出装置の判定手段104は、前記第1の相関量の前後における相関量の変化の対称性が所定の許容範囲か否かを判定する。

F.実施例

—第1の実施例—

(1)実施例の構成

第2図は、カメラの焦点検出装置に本発明を適応した場合の光学系の一実施例を示している。この光学系は、

10

20

30

40

50

撮影レンズ1の後方の予定焦点面2あるいはこの面からさらに後方の位置に配置されたコンデンサレンズ3と、さらにその後方に配置された一对の再結像レンズ4a,4bと、各再結像レンズの結像面に配置された例えばCCD,SITなどを受光素子とした2列のラインセンサ5a,5bとを具備する。各ラインセンサ5a,5b上の光像は、撮影レンズ1の焦点調節状態にて相対位置が変化する。合焦状態の時に画像は相対的に合致し、予定焦点面より前に結像するいわゆる前ピンの時に一方向へずれ、後ピンの時に逆方向にずれる。

ラインセンサ5aを構成する各センサの光電出力 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, \dots$ を第3図(a)に示すように時系列的に発生し、同様にラインセンサ5bは光電出力 $b_1, b_2, b_3, \dots, b_i, \dots$ を第3図(b)に示すように時系列的に発生する。第3図(a), (b)にそれぞれ示すラインセンサ5a,5bの光電出力のパターン6a,6bは、そのラインセンサに投影された光像の強度分布パターンに対応する。従って、両光電出力パターン6a,6bのずれ量 Δx は、撮影レンズ1

$$C(L) = \sum_{i=s}^r |a_i - b_j| \quad \dots (2)$$

$$j - i = L$$

$$L = -l_{\max}, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, l_{\max}$$

ここで、Lは上述の如くデータ列のシフト量に当る整数であり、初項sと最終項rはシフト量Lに依存して変化させてもよい。

(ハ) メモリ15

シフト量Lと、この前後に位置するシフト量、すなわち1つ隣のシフト量 $L+1, L-1$ と、2つ隣のシフト量 $L+2, L-2$ とに対する5個の相関量 $C(L-2), C(L-1), C(L), C(L+1), C(L+2)$ をそれぞれ $C_{-2}, C_{-1}, C_0, C_1, C_2$ としてメモリ15に格納する。

(ニ) 極値判定部16

極値判定部16は、離散的な相関量 $C(L)$ を第5図(a)に示すようにプロットした時、これらの相関量を内挿して作成した相関関数F(点線で示す)がシフト量 $L-1$ と $L+1$ との間で極小値 C_{ex} を得るか否かを判別する。

まず、 C_1 と C_{-1} の大小を比較し、

$$\frac{C_{-1} - C_0}{q} < C_1 - C_0 \quad \text{または} \quad \frac{C_{-1} - C_0}{p} < C_2 - C_0$$

となる。

$$\frac{C_1 - C_0}{q} < C_{-1} - C_0 \quad \text{または} \quad \frac{C_1 - C_0}{p} < C_{-2} - C_0$$

となる。

ここで、qは $q > 1$ の値を取る。qが1に近いほど対称性をより厳密に判定していることとなるが、あまり大

の焦点調節状態に対応している。

撮影レンズ1の焦点調節状態を検出する回路は第4図に示すように構成される。

(イ) 光電出力の処理部

ラインセンサ5a,5bの各々の光電出力 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, \dots$ と $b_1, b_2, b_3, \dots, b_i, \dots$ をデジタル値に変換するA/D変換器11と、この変換データを記憶するとともにこの記憶された変換データを処理回路12に供給してDC成分カットや高周波成分カットなどを施した後に再び記憶するメモリ13が設けられる。

(ロ) 相関量演算部14

相関量演算部14は、処理回路12で処理されメモリ13に記憶されているセンサアレイ5aに関する一連のデータ $a_1, a_2, a_3, \dots, a_i, \dots$ とセンサアレイ5bに関する一連のデータ $b_1, b_2, b_3, \dots, b_i, \dots$ との相関量 $C(L)$ を演算する。すなわち、前者のデータ列Aを後者のデータ列Bに対して所定数のデータ分Lずつシフトしながら次の(2)式により順次計算する。

$$C_1 > C_{-1} \text{ と } C_1 < C_{-1}$$

の各々の場合について次に示す第1の条件を設定し、これを満たすか否かと、この C_{ex} を中心とした相関量の対称性を判定する。

$$C_1 > C_{-1} \text{ の時 } \dots C_{-1} \geq C_0 \text{ かつ } C_1 > C_0$$

$$C_1 < C_{-1} \text{ の時 } \dots C_1 \geq C_0 \text{ かつ } C_{-1} > C_0$$

次に示す第2の条件を満たしているか否かの判定を行う。

今、 $C_{-1} > C_1$ であるとする、

① C_{-1} と C_0 の差の $1/q$ ($5 > q > 1$)の値よりも C_1 と C_0 の差の値が大きいか否か、

②または C_{-1} と C_0 の差の $1/p$ ($p \leq q$)の値よりも C_2 と C_0 の差の値が大きいか否かを判定することにより、①または②の条件のどちらか片方が満たされているか否かを判定する。これを式で表わすと、

きい値(例えば5より大きい値)とすると第5図(a)の相関関数Fの傾きが緩い場合も信頼性ありと判定してしまうから、qは2位が好ましい。

一方、相関量が対称な場合は、 $C_2 - C_0 > C_1 - C_0$ 、 $C_2 - C_0 > C_{-1} - C_0$ であるため、 $C_2 - C_0$ 、 $C_2 - C_0$ の判定条件は、 $C_1 - C_0$ 、 $C_{-1} - C_0$ の判定条件と等しいかより厳密であるべきなので p は $p \geq q$ とする。すなわち、例えば $C_1 < C_{-1}$ のとき、 C_2 は C_1 より大きくなるべきであるから、 C_2 の判定レベル（第2の判定レベル）を C_1 の判定レベル（第1の判定レベル）よりも大きくしている。

これら、第1と第2の条件を共に満たしたとき、相関関数 F はシフト量 $L-1$ と $L+1$ との間で信頼性のある極小値 C_{ex} を持つ可能性があるかと判定される。

(ホ) 第1内挿部17

第1内挿部17は、上記第1、第2の条件が満足された時、メモリ15内の5個の相関量の内、 C_{-1} 、 C_0 、 C_1 の3個の相関量より上記極小値 C_{ex} を次式により内挿する。

$$D_L = 0.5 \times (C_{-1} - C_1) \quad \dots (3)$$

$$E = \text{MAX} \{C_1 - C_0, C_{-1} - C_0\} \quad \dots (4)$$

$$C_{ex} = C_0 + |D_L| \quad \dots (5)$$

ここで $\text{MAX} \{C_a, C_b\}$ は C_a と C_b のうちの大きな方を選択することを意味する。

この内挿方法を第5図(b)を用いて説明する。同図では、 $C_0 < C_{-1} < C_1$ とした。これら3個の相関量のうち、の最大値 C_1 と最小値 C_0 とを直線 l_1 で結び、この直線 l_1 の傾きと絶対値が等しく符号が逆である傾きを持つ直線 l_{-1} を中間の値 C_{-1} を通るように引く。この両直線 l_1 、 l_{-1} の交点が相関関数 F の極小値 C_{ex} となる。座標軸 C (L) 方向における C_0 と C_{ex} との距離を D_L とすると、この距離 D_L は上記(3)式で決まる。従って、極小値 C_{ex}

$$L_m = L + \frac{D_L}{E}$$

さらにこのシフト量 L_m を、被写体像と予定焦点面との光軸方向のずれ量 Z に次の式を用いて変換する。

$$Z = K \times L_m \quad \dots (7)$$

ここで、 K は第2図に示す光学系の諸定数とラインセンサ5a、5bの画素のピッチ幅によって定まる係数である、これにより得られた Z はメモリ21に記憶される。

レンズ駆動部22はメモリ21に記憶された被写体像と予定焦点面との光軸方向のずれ量 Z に基づいてレンズを駆動させる。

(II) 実施例の構成と発明の構成との対比

撮影レンズ1、コンデンサレンズ3、再結像レンズ4a、4bが光学手段101を、ラインセンサ5a、5bがそれぞれ第1、第2の光分布検出手段102A、102Bを、相関量演算部14が相関量演算手段103を、極値判定部16が判定手段104を、第1内挿部17、メモリ18、最大相関判定部19、第2内挿部20が焦点演算手段106をそれぞれ構成する。

(III) 実施例の動作

次に第4図および第6図を用いて第1の実施例の動作

は $C_0 + |D_L|$ となる。

なお、相関量 $C(L)$ の大きさは被写体像のパターンに大きく依存して変化するので、上記極小値が被写体像のパターンに依存しないように規格化する。このために、規格因子として上記(4)式の直線 l_1 の傾き E を用いて上記(5)式の $C_0 + |D_L|$ を E で割った値を規格化極小値 C_{ex}' とする。このように極小値を被写体像に依存しないように規格化すると、第5図(b)に示すように相関関数 F の最小値、すなわち最大相関を与える相関量 F_m は被写体像にほとんど無関係なほぼ零に近い値となり、その他の極小値 F_e はそれに比べてかなり大きい値となる。

(ヘ) メモリ18

メモリ18は第1内挿部17で演算した出力 D_L 、 E 、 C_{ex}' を一時的にメモリする。

(ト) 最大相関判定部19

最大相関判定部19は、上記メモリ18に記憶された極小値 C_{ex}' が参照値 C_{ref} よりも小さく、かつ直線 l_1 の傾き E が参照値 E_{ref} より大きいという条件を満たしているか否かを判定し、成り立っている時は第1内挿部17が内挿した極小値 C_{ex} が最大相関を与えていると判別する。

(チ) 第2内挿部20

第2内挿部20は、第1内挿部17で内挿した極小値 C_{ex} が最大相関判定部19により最大相関を与えると判定されると、 C_{ex} に対応するシフト量 L_m を次の式によって内挿する。

$$\dots (6)$$

を説明する。

第4図において、センサアレイ5a、5bの光電出力 a_1 、 a_2 、 a_3 、 \dots 、 a_i 、 \dots と b_1 、 b_2 、 b_3 、 \dots 、 b_i 、 \dots はA/D変換器11でデジタル化され、処理回路12でDCカット、高周波成分カットなどの処理を施されてメモリ13に記憶されているとする。

第6図の処理手順が開始されると、まずシフト量 L を「0」にセットする(ステップS1)。次いでステップS2において、相関量演算部14は、 $C(L-2)$ 、 $C(L-1)$ 、 $C(L-0)$ 、 $C(L+1)$ 、 $C(L+2)$ の5個の相関量を演算し、それぞれメモリ15の各メモリ C_{-2} 、 C_{-1} 、 C_0 、 C_1 、 C_2 に格納する(ステップS2)。ステップS3では、極値判定部16によって C_1 と C_{-1} の大小を比べ、 $C_1 > C_{-1}$ と判定されたらステップS4において、第1の条件として $C_1 > C_0$ 、 $C_{-1} \geq C_0$ の両方が満たされているか否かを判定する。この条件を満たしていれば次のステップS5に進み、

13

14

$$G = \frac{C_1 - C_0}{q} \quad \text{および} \quad W = \frac{C_1 - C_0}{p}$$

を計算し、その後ステップS6に進んで、第2の条件として $G < C_1 - C_0$ 、あるいは $W < C_2 - C_0$ のいずれか一方が満たされているか否かを判定する。いずれか一方を満たしていると判定されるとステップS10に進み、第1内挿部17で上述した(3)式～(5)式の内挿演算を行う。

$$G = \frac{C_{-1} - C_0}{q} \quad \text{および} \quad W = \frac{C_{-1} - C_0}{p}$$

を算出する。そして、ステップS9において、第2の条件として $G < C_1 - C_0$ 、あるいは $W < C_2 - C_0$ のいずれか一方が満たされているか否かを判別し、いずれか一方が満足している時は、ステップS10へ進み、第1内挿部17で上述の内挿演算を行う。すなわち、第1内挿部17は、メモリ15に格納された C_1, C_0, C_{-1} の3個の相関量により上記(3)～(5)式による内挿演算を行って、 D_L, E, Cex' を求める。ここで計算された Cex', E, D_L をメモリ18に記憶する。

次にステップS11,12においては、最大相関判定部19によって $E > E_{ref}$ が否か、および $Cex' < C_{ref}$ が成立するか否かを判定する。いずれの条件も満足した場合は、ステップS13において、第2内挿部20で上記(4)、

(5)式によりシフト量 L_m とずれ量 Z を求め、この Z に基づいてレンズ駆動を行い焦点検出処理手順が終了する。

なお、第7図(a), (b)に示す相関関数は、第1, 第2の条件がいずれも成立していることを示している。

第6図のステップS4,6,7,9,11,12のいずれかで各条件を満たさなかった時は、その時のシフト量 L に対しシフト量 $L-1$ と $L+1$ の間には相関関数 F の極小値 Cex が存在しないと判断し、次のシフト量を設定し新たに相関演算を行うこととなる。

すなわちステップS14において、その時のシフト量 L が零以下か否かを判定する。シフト量 L が零より大きいと判定された時は、ステップS15で次のシフト量を $L = -L$ とし、シフト量が零以下と判定された時は、ステップS16で次のシフト量を $L = -L + 1$ と設定する。

このような設定により、シフト量 L は0,1,-1,2,-2,3, 40

$$C_1 > C_{-1} \text{ の時 } \dots \frac{C_1 - C_0}{q} < C_{-1} - C_0 \quad \text{又は} \quad \frac{C_1 - C_0}{p} < C_{-2} - C_0$$

$$C_1 < C_{-1} \text{ の時 } \dots \frac{C_{-1} - C_0}{q} < C_1 - C_0 \quad \text{又は} \quad \frac{C_{-1} - C_0}{p} < C_2 - C_0$$

のうち、 $C_1 > C_{-1}$ の時は

$$\frac{C_1 - C_0}{q} < C_{-1} - C_0,$$

ステップS3において $C_1 < C_{-1}$ と判定された場合も同様に、ステップS7において、第1の条件として $C_{-1} > C_0$ と $C_1 \geq C_0$ の両方が成り立つか否かを判定し、成り立っている時はステップS8において、

$$G = \frac{C_{-1} - C_0}{q} \quad \text{および} \quad W = \frac{C_{-1} - C_0}{p}$$

$-3, \dots, l_{max}, -l_{max}$ のように変化するので、シフト量 ± 1 程度に極小値が存在するような合焦近傍状態では、演算量が少なく演算時間が短くて済むという利点がある。

シフト量 L が $-l_{max}$ である時は次のシフト量 L が $l_{max} + 1$ となり最大シフト量を超えてしまい、これ以上の演算は必要ないので、シフト量がステップS14で零以下と判別され、かつステップS16で次のシフト量が $L = -L + 1$ と算出した後のステップS17において、次のシフト量 L が $l_{max} + 1$ と等しいか否かを判別する。等しい場合、 $-l_{max} \sim l_{max}$ の全シフト量の範囲には最大相関は存在しないことになるので、ずれ量検出不可能として演算を終了する。ステップS17で次のシフト量が $l_{max} + 1$ でないと判定された場合は、ステップS2に戻りステップS16で設定されたシフト量 L を用いて前回と同様の演算を行う。

同様にステップS14で前回のシフト量が零より大きいと判別され、かつステップS15で次のシフト量が設定された後も、ステップS2に戻り前回と同様の演算を行う。

なお、以上で述べた第1の実施例では、

$C(L-2), C(L-1), C(L), C(L+1), C(L+2)$ のすべての相関量を計算し、メモリ15の領域 $C_2, C_{-1}, C_0, C_1, C_2$ にそれぞれ格納してから極値判定を行うようにしたが、極値判定の第1の条件である、

$$C_1 > C_{-1} \text{ の時 } \dots C_1 > C_0 \text{ かつ } C_{-1} \geq C_0$$

$$C_1 < C_{-1} \text{ の時 } \dots C_1 \geq C_0 \text{ かつ } C_{-1} > C_0$$

を満たしていない時は、 C_2 と C_{-2} は使用していない。さらに極値判定の第2の条件である、

$C_1 < C_{-1}$ の時は

$$\frac{C_{-1} - C_0}{q} < C_1 - C_0$$

であることが判定されてしまえば C_{-2} 、 C_2 を使用する必要がない。したがってまず、 $C_{(L-1)}$ 、 $C_{(L)}$ 、 $C_{(L+1)}$ の3つの相関量だけを計算してメモリ15の領域 C_{-1} 、 C_0 、 C_1 にそれぞれ格納し、極値判定の途中で C_{-2} や

$$\frac{C_1 - C_0}{q} < C_{-1} - C_0 \text{ あるいは } \frac{C_{-1} - C_0}{q} < C_1 - C_0 \quad \dots (A)$$

が満足されていないと、次に、

$$\frac{C_1 - C_0}{p} < C_{-2} - C_0 \text{ あるいは } \frac{C_{-1} - C_0}{p} < C_2 - C_0 \quad \dots (B)$$

を判別するようにしたが、(B)を先に判定してもよい。

—第2の実施例—

第8図に基づいて第2の実施例を説明する。第4図と同様な箇所には同一の符号を付して相異点について説明する。

第2の実施例は、第1の実施例のような精緻な焦点検出演算ではなく、比較的ラフな焦点検出演算を行うものである。

この実施例では、(2)式に基づいて相関量演算部14で演算された相関量 $C_{(-1\max)}$ 、 \dots 、 $C_{(-2)}$ 、 $C_{(-1)}$ 、 $C_{(0)}$ 、 $C_{(1)}$ 、 $C_{(2)}$ 、 \dots 、 $C_{(1\max)}$ を格納するメモリ31と、これら各相関量 $C_{(L)}$ ($L = -1\max \sim 1\max$)のなかで相関の最大なもの、換言すると相関量の最小なものを演算する最大相関検出部32を有する。ここで、最大相関を示すシフト量を L_m とし、この相関量を $C_{(L_m)}$ とする。また、メモリ33は、最大相関を示す相関量 $C_{(L_m)}$ と、シフト量 L_m の1つ隣のシフト量 L_m+1 、 L_m-1 での相関量 $C_{(L_m+1)}$ 、 $C_{(L_m-1)}$ と、さらに1つ隣のシフト量 L_m+2 、 L_m-2 での相関量 $C_{(L_m+2)}$ 、 $C_{(L_m-2)}$ を格納する。メモリ33内では、最大相関量 $C_{(L_m)}$ は $C_0 = C_{(L_m)}$ として格納され、同様に $C_1 = C_{(L_m+1)}$ 、 $C_2 = C_{(L_m+2)}$ 、 $C_{-1} = C_{(L_m-1)}$ 、 $C_{-2} = C_{(L_m-2)}$ として格納される。

この最大相関シフト量 L_m は、前述したとおり、物体の輝度が低くノイズの重畳により各シフト位置での相関量がばらつく時や、光像パターンがラインセンサの端部のみに形成されるような時は信頼すべきではない値となる可能性がある。そこで、判定部34を設けて、信頼性の判

定を行う。
今、 $C_1 > C_{-1}$ であるとする、 C_1 と C_0 の差の $1/q$ である第1の判定レベルよりも C_1 と C_0 の差が大きいという第1の条件、または、 C_{-1} と C_0 の差の $1/p$ である第2の判定レベルよりも C_2 と C_0 の差が大きいという第2の条件が満足されているか否かを判定する。いずれか一方の条件が満たされていれば、最大相関シフト量 L_m は信頼ありとする。

一方、 $C_1 > C_{-1}$ の時は、 C_1 と C_0 の差の $1/q$ である第1の判定レベルよりも C_{-1} と C_0 の差が大きいという第1の条

C_2 が必要になった時点で、 $C_{(L-2)}$ 、 $C_{(L+2)}$ を計算するようにしてもよい。

さらに、第2の条件の判別に際しては、

件、または C_{-1} と C_0 の差の $1/p$ である第2の判定レベルよりも C_2 と C_0 の差が大きいという第2の条件が満足されているか否かを判定する。いずれか一方の条件が満たされていれば最大相関シフト量 L_m は信頼ありとする。

なお、通常は第1の条件を先に判別し、この条件が満足されと第2の条件は判別しないが、この条件判別を先に行なって、これが満足されると第1の条件の判別を行わないようにしてもよい。

ここで、 q は $q > 1$ の値をとり、 $p \leq q$ の値とする。なお上述したと同様の理由により q は2位が好ましい。

演算部35は、判定部34で最大相関シフト量 L_m が信頼ありと判定された場合、このシフト量 L_m を、被写体像と予定焦点面との光軸方向のずれ量を示す Z に次式により変換する。

$$Z = K \times L_m$$

ここで、 K は第2図に示す光学系の諸定数やラインセンサ5a、5bの画素のピッチにより定まる定数である。

以上で説明した第2の実施例では、焦点調節状態の検出できる最小単位はラインセンサの画素のピッチ幅により規定される。ラインセンサの画素のピッチ幅は小さくてもせいぜい $25 \mu m$ 程度であるので、この第2の実施例はラフな焦点検出あるいは測距でも問題のない装置に用いることができる。

第2実施例において、光学手段101、第1及び第2の光分布検出手段102A、102B、相関量演算手段103の各構成は前述の第1実施例と同じであり、その他の焦点検出演算手段106を演算部35が、判定手段104を判定部34がそれぞれ構成している。

G. 発明の効果

本発明によれば、第1および第2の光分布検出手段の出力パターンの相関量が、ノイズ等により、最大相関シフト位置の周辺でふらつく場合や、第1および第2の光分布検出手段の端部のみに光像パターンが形成されて相関量の対称性が著しく崩れるような場合でも、誤った焦点検出や誤測距が防止され、精度の高い計測が可能となる。

【図面の簡単な説明】

第1図はクレーム対応図である。

第2図～第7図の第1の実施例を説明するもので、第2

図は光学系を示す図、第3図(a)、(b)はラインセンサのそれぞれの光電出力を示す図、第4図は全体構成を示すブロック図、第5図(a)は相関量とシフト量の関係を示す図、第5図(b)は内挿法を説明する図、第6図は動作手順を示すフローチャート、第7図(a)、(b)は第1の実施例による判定法の条件を満たしている相関量C(L)の変化を示す図である。

第8図は第2の実施例の全体構成を示すブロック図である。

第9図(a)～(c)は通常条件下での光電出力および相関量C(L)の変化を説明する図、第10図(a)～(c)は光像がラインセンサの端部のみに形成された時の光像出力および相関量C(L)の変化を説明する図である。

3, 4a, 4b: 光学手段

5a, 5b: センサアレイ

14: 相関量演算部

16: 極値判定部

18: メモリ

17, 20: 内挿部

19: 最大相関判定部

32: 最大相関検出部

34: 判定部

35: 演算部

101: 光学手段

102A: 第1の光分布検出手段

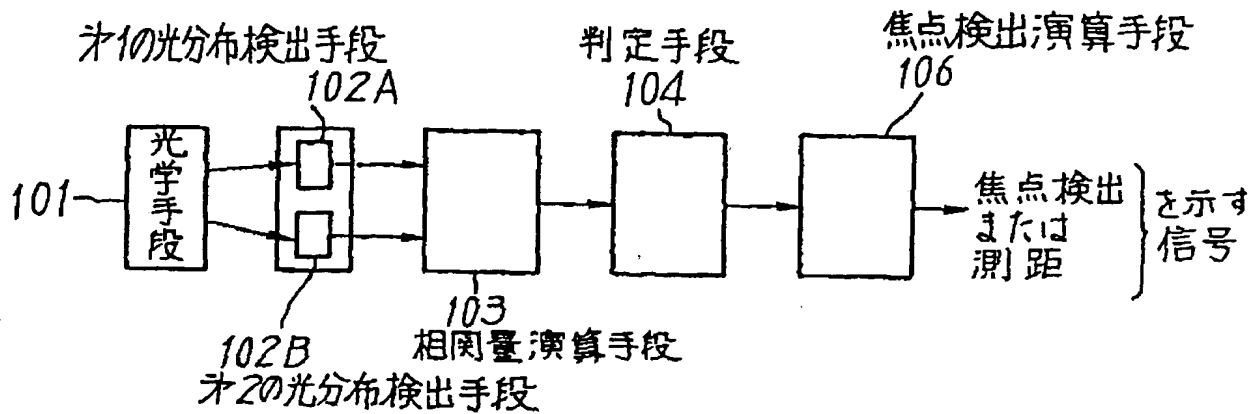
102B: 第2の光分布検出手段

103: 相関量演算手段

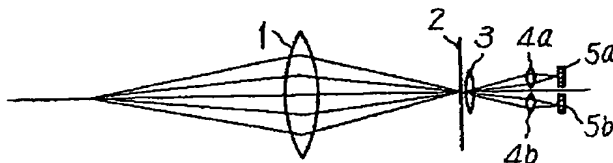
104: 判定手段

106: 焦点検出演算手段

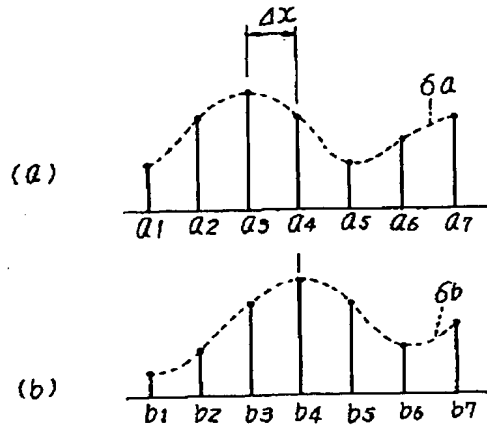
【第1図】



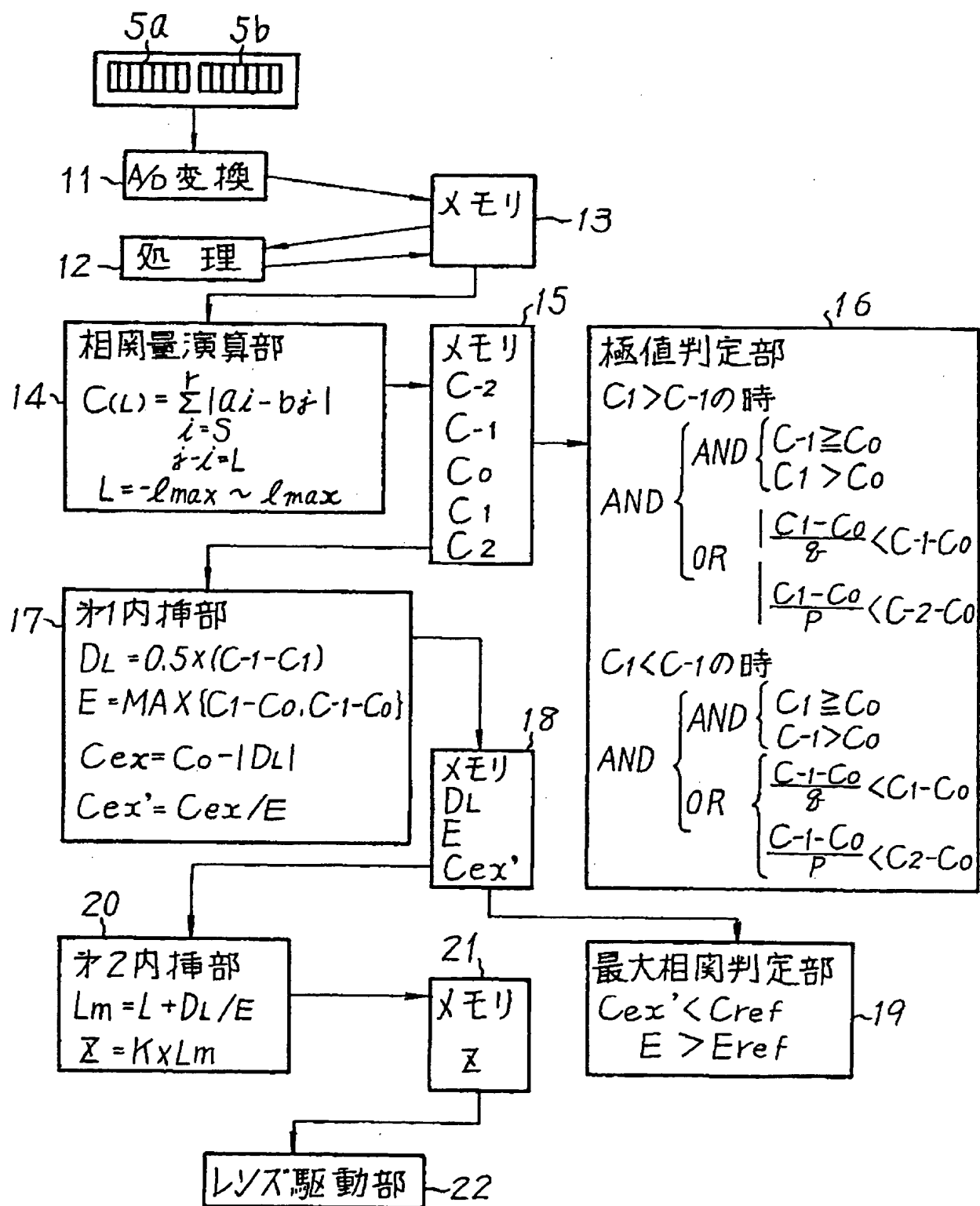
【第2図】



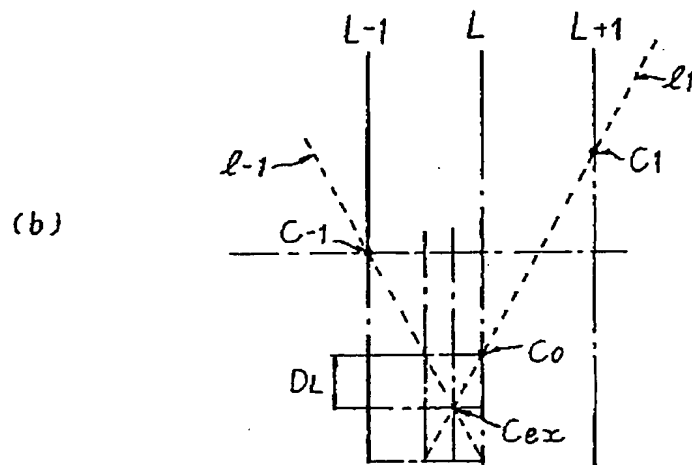
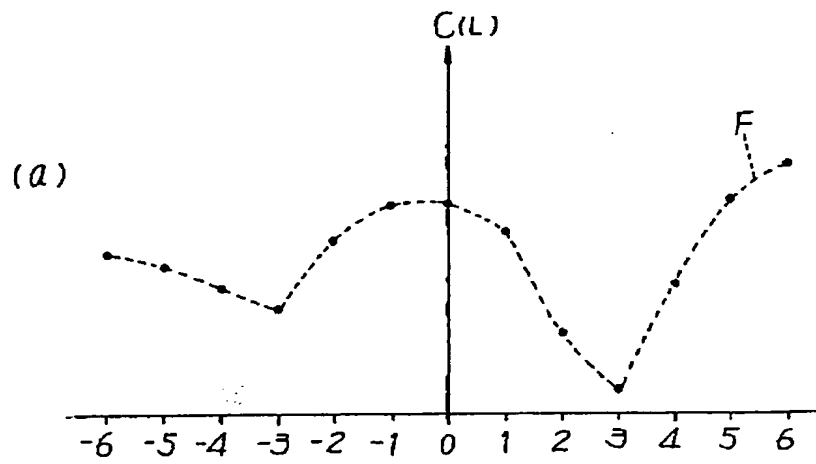
【第3図】



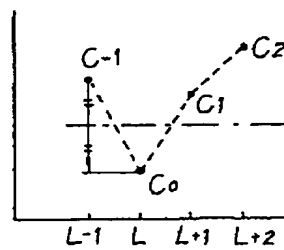
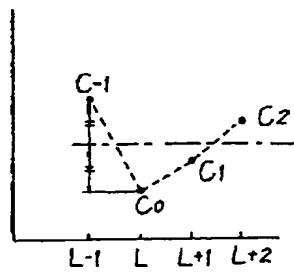
【第4図】



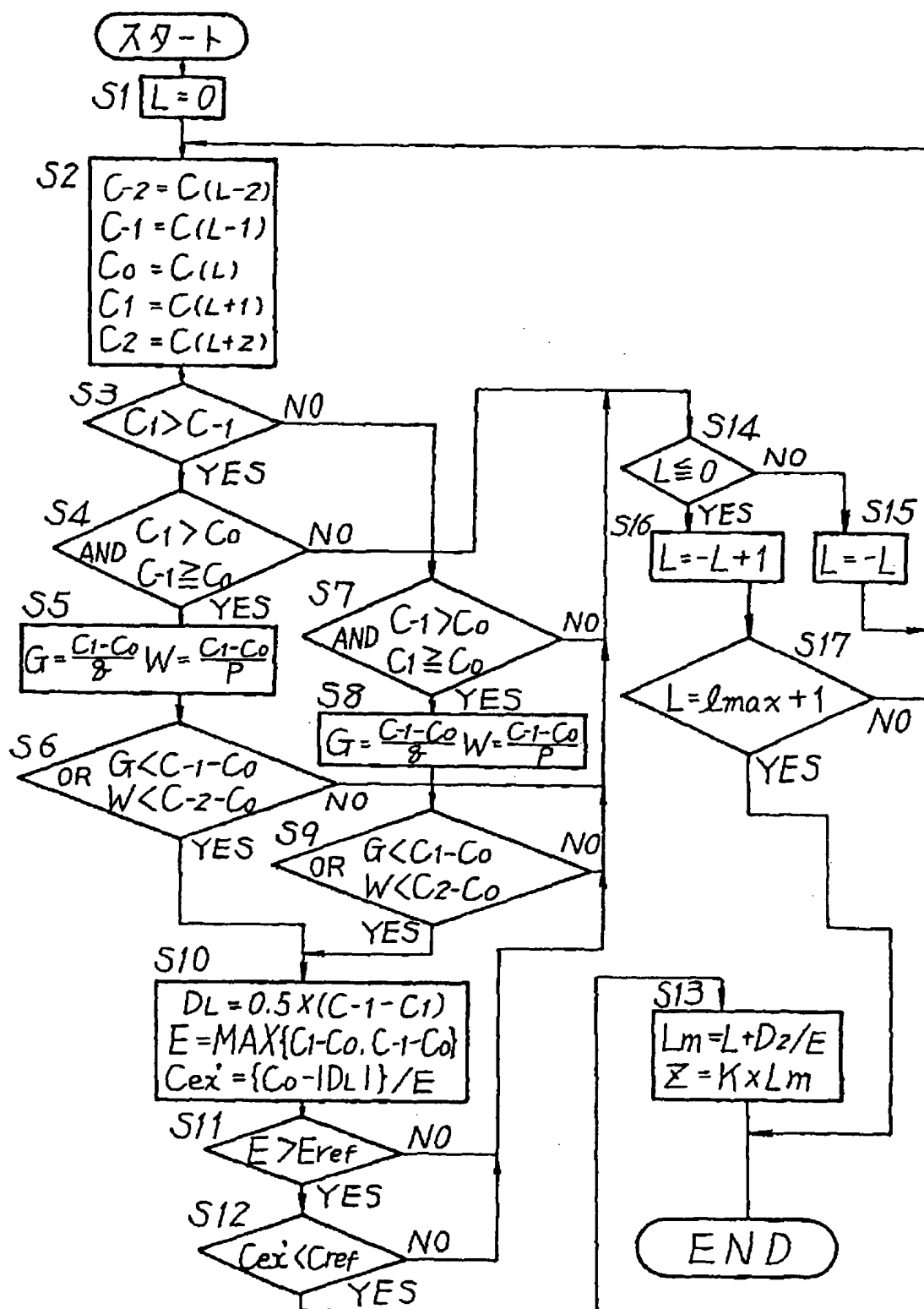
【第5图】



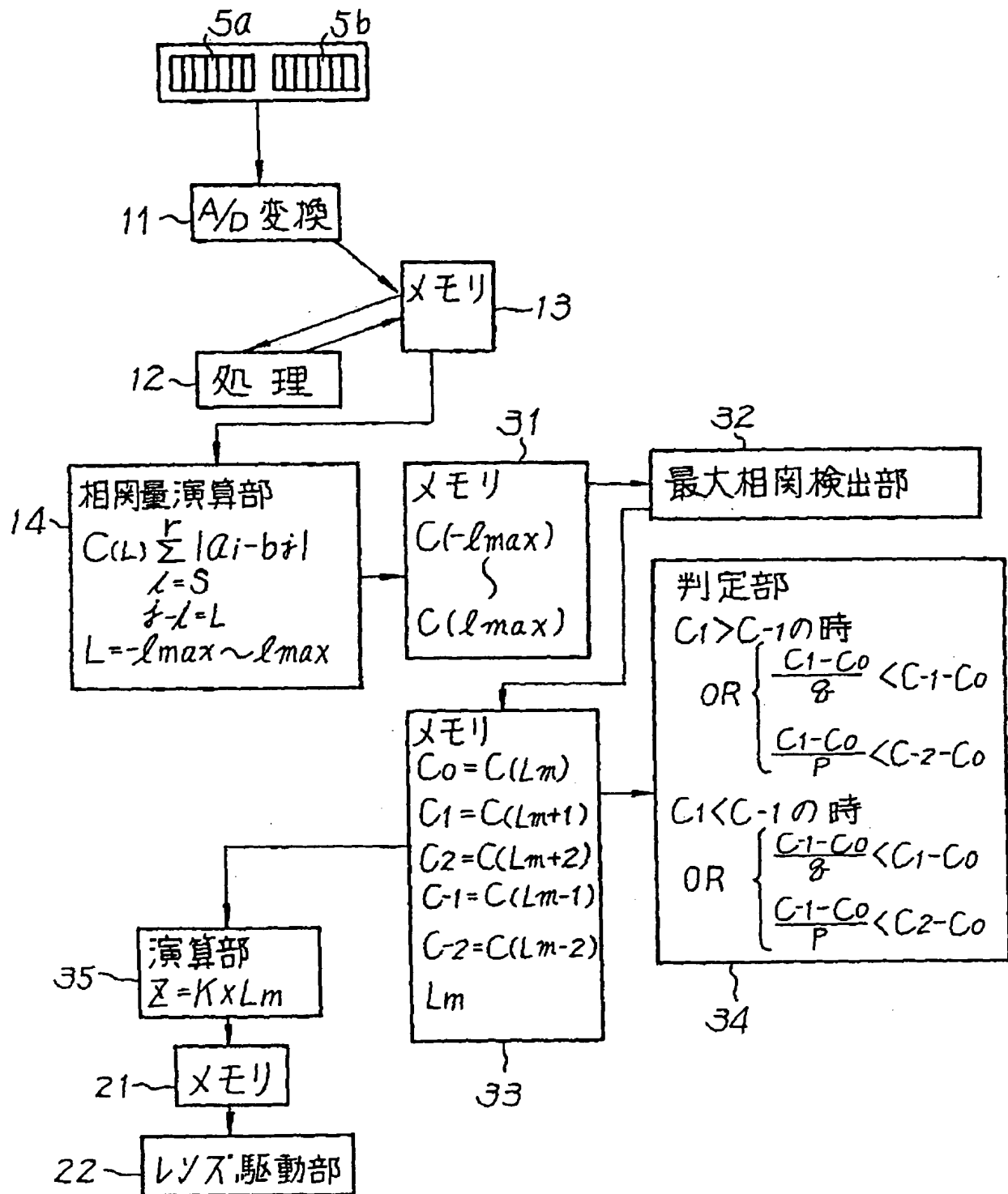
【第7图】



【第6図】



【第8図】



【第9图】

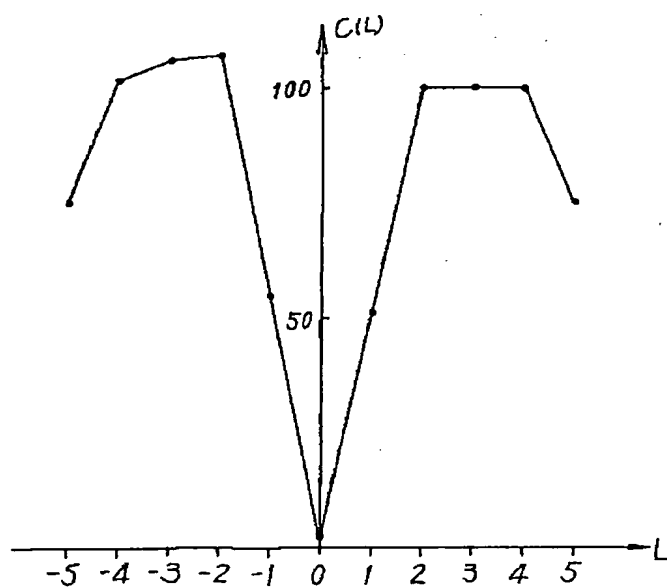
(a)



(b)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A列	0	0	1	2	2	2	1	0	0	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B列	0	0	1	1	2	0	0	0	0	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(c)



【第10图】

(a)



(b)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A列	0	0	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	0
B列	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	0

(c)

